Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۴۰۲-۳۹۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 2, Summer. 2016, p. 392-402

تأثیر تیمارهای مختلف دمای انبار بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد دو رقم سیب‌زمینی

امیرهوشنگ جلالی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۱

چکیده

شرایط انبارداری بر ویژگی‌های زراعی سیب‌زمینی در شرایط مزرعه تأثیرگذار است. تأثیر یک دورهٔ سه‌ماهه انبارداری، شامل دو تیمار ۴۴۰درجه روز رشد (تیمارهای T1 و T2 با دمای میان‌دوره متفاوت)، دو تیمار ۸۸۰درجه روز رشد (تیمارهای T3 و T4با دمای میان‌دوره متفاوت)، یک تیمار ۸۰درجه روز رشد (T5) و یک تیمار شاهد (T6 بدون دریافت درجه روز رشد) بر ویژگی‌های زراعی و عملکرد دو رقم سیب‌زمینی راموس و مارفونا با استفاده از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهارتکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان‌داد تأثیر دما و برهم‌کنش تیمارهای دمایی و رقم، بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی معنی‌دار بود. رقم مارفونا و استفاده از تیمار T3 با ۵۱۷۳۳کیلوگرم در هکتار غده، بالاترین مقدار عملکرد را تولیدکرد، اما بین عملکرد این تیمار و تیمار دمایی T2 و هم‌چنین عملکرد رقم راموس و تیمارهای T3 و T4 تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. برای هر دو رقم استفاده‌شده، تیمار T3 حداکثر تعداد ساقه در بوته را تولید نمود. شاخص‌برداشت در تیمارهای دمایی مختلف در رقم راموس از ۶۳/۵ تا ۷۶/۱درصد و در رقم مارفونا از ۶۴ تا ۷۹/۶درصد در نوسان بود. نتایج این پژوهش نشان‌داد، با مدیریت دمای انبار می‌توان عملکرد محصول سیب‌زمینی را به‌ویژه در مناطقی با طول دورهٔ رشد کوتاه افزایش‌داد.

واژه‌های کلیدی: درجه روز رشد (GDD)، سن‌فیزیولوژیک، شاخص سطح‌برگ (LAI)

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) گیاهی‌است آتوتتراپلوئید از خانواده سولاناسه که به‌صورت یک‌ساله جهت تولید غده کشت می‌شود. این گیاه شامل بیش از ۲۰۰۰گونه بوده که ۱۶۰گونه آن غده‌زاست و معروف‌ترین آن سولانوم توبروزوم، با ۴۸کروموزوم می‌باشد (Gregory, 1985). مصرف سرانه سیب‌زمینی در کشور به‌بیش از ۴۵کیلوگرم بالغ می‌گردد (Alfi *et al.*, 2012). در مقیاس جهانی سیب‌زمینی یکی از با ارزش‌ترین موادغذایی محسوب‌شده و از جمله مهم‌ترین محصولاتی‌است که قسمت عمده‌ای از نیازهای غذایی بشر را تأمین می‌کند (Jamimoeini, 2000).

غده‌های سیب‌زمینی انبارشده، اندام‌هایی زنده محسوب می‌شوند که با مواجه‌شدن با دماهای بالاتر از چهار درجه سانتی‌گراد فرایندهای حیاتی و بیوشیمیایی در آن‌ها آغاز می‌گردد. اگرچه ممکن‌است این تغییرات منجربه جوانه‌زنی نگردد، اما مطمئناً عکس‌العمل گیاه در مزرعه وابستگی کامل به‌شرایط انبارداری غده‌های بذری دارد (Knowles and Knowles, 2006) . در شرایط معمول، غده‌های سیب‌زمینی بذری پس از برداشت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد ذخیره‌شده و چندهفته قبل از کاشت به دماهای بالاتر (۱۸-۱۵درجه سانتی‌گراد و رطوبت‌نسبی ۸۵درصد) انتقال داده‌می‌شوند تا خواب غده‌ها شکسته‌شود اما در تکنیک افزایش سن‌فیزیولوژیک غده بذری، تنها یک‌دمای نگهداری غده (چهار درجه سانتی‌گراد) و سپس منتقل‌کردن به دماهای بالاتر (مشابه شرایط جوانه‌زنی طبیعی) وجود ندارد، بلکه تیمارهای مختلف دمایی در طول شرایط انبارداری با هدف افزایش سن‌فیزیولوژیک بذر به‌کار می‌رود (Firman *et al.*,1991).

سن‌فیزیولوژیک غده سیب‌زمینی که می‌توان آن را آمادگی فیزیولوژیکی غده بذری سیب‌زمینی برای رویش تعریف کرد، در مدیریت تولید سیب‌زمینی مفهوم شناخته‌شده‌ای بوده و می‌تواند اثرات قابل‌توجهی بر تولید استولون، تعداد و اندازه غده‌ها، تعداد ساقه، زمان ظهور ساقه و نهایتاً عملکرد غده داشته‌باشد. سن‌فیزیولوژیک یک‌غده در حقیقت، گستره زمانی وسیعی از زمانی‌که غده بر روی گیاه مادری تشکیل می‌شود تا زمانی‌که مجدداً برای کشت مورداستفاده قرار می‌گیرد را دربرگرفته و شرایط‌محیطی در این‌فاصله زمانی نیز بسیار تأثیرگذارند (Caldiz *et al.*, 2001). سن‌فیزیولوژیک بذر به‌طور قوی بر تعداد ساقه در گیاه، تعداد غده، اندازه غده‌ها و عملکرد تأثیرگذار

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: jalali51@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

است و بیش‌تر در مناطقی که دو کشت در یک‌سال انجام می‌گردد مورداستقبال است (Struik and Wiersema, 1999).

متداول‌شدن استفاده از تیمارهای دمایی مختلف به‌منظور افزایش سن‌فیزیولوژیک بذر، آن را به‌تکنیکی مبدل‌ساخته که در برخی مواقع از آن به‌عنوان رژیم‌های انبارداری انباشت‌گر[1] یاد می‌شود (Coleman, 2006). برخی پژوهش‌گران ذخیره‌حرارتی برای حصول عملکردهای کمّی و کیفی را ضروری‌دانسته و مقدار آن را بالاتر از ۲۵۰ درجه روز رشد تشخیص‌داده‌اند (O Brien *et al*.,1983). استفاده از غده‌های بذری با سنین فیزیولوژیک ۹۰۰–۶۰۰درجه روز رشد در برخی از پژوهش‌ها با افزایش عملکرد ۹۰درصدی و هم‌چنین یک‌نواختی غده‌های تولیدی همراه بوده‌است (Knowles and Botar, 1992). در پژوهشی دو ساله، در یک‌سال از دو سال مطالعه، قرار دادن غده‌های بذری در دمای ۱۲درجه به‌مدت چهارهفته عملکرد نهایی غده را ۳۱درصد افزایش داد، اما تأثیر تیمارهای مختلف دمایی بر عملکرد بررسی نگردید (Milanitabrizi and Hosseini, 1984). در آزمایشی که بااستفاده از رقم Russet Burbank با طول دوره رشد ۱۲۱روز انجام‌گرفت، غده‌هایی با سنین فیزیولوژیک ۶۶، ۳۴۱، ۶۱۶، ۸۹۱ و ۱۱۶۶درجه روز رشد به‌ترتیب عملکردهایی معادل ۵۷/۲، ۶۶/۹، ۵۶/۹، ۶۳/۹ و ۵۸/۶ تن در هکتار تولید نمودند (Knowles and Botar, 1992).

در نواحی معتدل کشور با کشت بهاره سیب‌زمینی، محدودیت طول دورهٔ رشد و دماهای بالا به‌ویژه در زمان تشکیل غده‌ها از دلایل عمده اُفت عملکرد سیب‌زمینی محسوب می‌شود. مدیریت انبارداری سیب‌زمینی و تولید غده‌هایی با سن‌فیزیولوژیک بیش‌تر می‌تواند به‌عنوان رویکردی جهت رفع این‌موانع محسوب‌شده و دوره انبارداری این پتانسیل را داراست که از یک‌مرحله‌ی صرفاً نگهداری غده به یک‌دورهٔ مؤثر در امر تولید تبدیل شود. به‌همین‌منظور پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دماهای مختلف انبارداری بر سن‌فیزیولوژیک بذر و تأثیر آن بر عملکرد و زودرسی دو رقم سیب‌زمینی به‌اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک دورهٔ سه‌ماهه انبارداری و یک فصل‌زراعی کشت در سال ۹۱–۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان انجام شد.

مرحله انبارداری

برای اجرای پروژه دو مرحله درنظر گرفته‌شد. در مرحله اول، باتوجه به‌این‌که غده‌های کوچک بر خلاف غده‌های درشت جوان‌تر بوده و خواب طولانی‌تری دارند (Van Ittersum, 1992)، غده‌های با وزن یک‌سان از دو رقم نیمه‌زودرس مارفونا و راموس که معمولاً در تولید بهاره استفاده می‌شوند، بلافاصله پس از برداشت از مزارع تولید بذر به‌انبار منتقل و تحت‌شرایط تیمار حرارتی مطابق با دمای ذکرشده در جدول ۱ قرار دادهشدند. دو رقم استفاده‌شده در این‌پژوهش از نظر دورهٔ خواب پس از برداشت و اندازه بذر در یک‌گروه قرار می‌گیرند (Netherland potato consultative foundation, 2011). همان‌طورکه در جدول ۱ نشان‌داده شده‌است، شش‌گروه غده بذری (پنج‌نوع با سن‌فیزیولوژیک متفاوت و یک‌شاهد) در پایان دوره انبارداری حاصل می‌شد. در این‌جدول دمای چهاردرجه سانتی‌گراد دمای پایه برای سیب‌زمینی درنظر گرفته‌شد (Knowles and Knowles, 2006). در این‌دما تنفس غده‌ها در حداقل است. مدت‌زمان ۱۰روز و دمای ۱۲درجه سانتی‌گراد در تمام تیمارها وجود داشت. در حقیقت در این‌دما که با رطوبت ۸۵درصد همراه است، ترمیم غده‌های آسیب‌دیده انجام می‌شود (فرایند کیورینگ). به‌عنوان مثال تیمار T3 در مرحله ترمیم بافت‌ها که به‌مدت ۱۰روز و دمای ۱۲درجه انجام می‌شود، ۸۰درجه روز رشد توسط غده دریافت می‌شود (۸×۱۰، ۸ به‌این‌دلیل است‌که چهاردرجه معادل صفر پایه باید از ۱۲کم شود). به‌همین‌ترتیب در مرحله میان‌دوره ۷۸۰درجه روز رشد دریافت می‌شود (۱۳/۳×۶۰). مجموع درجه روز رشد دریافت‌شده در تیمار T3 برابر می‌شود با ۸۸۰ (۷۸۰+۸۰). در انتخاب دماهای انبارداری ذکر این‌نکته نیز لازم‌است که بهتر است تیمارهای دمایی بالاتر، از اوایل تا اواسط دوره درنظر گرفته‌شده و دماهای آخر دوره، دماهای پایین‌تر باشند، زیرا وجود دماهای بالا در آخر دوره انبارداری موجب کاهش عملکرد غده‌های تولیدی می‌گردد (Struik *et al*., 2006). مجموع درجه روز رشد دریافت‌شده را می‌توان به‌صورت فرمول ۱ بیان کرد:

$$GDD_{(tub)} = (T_s - T_b) \times D$$

در این فرمول $GDD_{(tub)}$ مجموع درجه روز رشد برای هر تیمار، T_s دمای ذخیره‌سازی غده‌ها در هر دوره و T_b دمای پایه برای رشد غده بذری سیب‌زمینی و معادل چهاردرجه سانتی‌گراد و D طول مدت ذخیره‌سازی بر حسب روز در هر دوره است. از نظر وضعیت ظاهری غده‌ها قبل از کاشت، برخی از تیمارها مثل T3و T4 جوانه انتهایی رنگ زرد روشن (طول سه‌سانتی‌متر و نخی‌شکل) و یک یا دو جوانه‌جانبی متورم داشته ولی سایر تیمارها علائم ظاهری نداشتند.

مرحله کشت در مزرعه

ایستگاه تحقیقات کبوترآباد در ۲۵کیلومتری شرق اصفهان در منطقه فلات‌مرکزی ایران با طول‌جغرافیایی ۵۱درجه و ۵۱دقیقه شرقی و عرض‌جغرافیایی ۳۱درجه و ۳۲دقیقه شمالی واقع شده‌است.

1- Accumulator storage regimes

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تیمارهای دمایی جهت ذخیره‌سازی غده‌های بذری در یک دوره ۱۰۰روزه

Table 1- Storage temperature treatment of seed tubers in a 100 day period

تیمارها Treatments	سن‌فیزیولوژیک Physiological age	ترمیم بافت‌ها Curing		تیمار دمایی میان دوره Midterm temperature treatments		تیمار دمایی پایان دوره Final temperature treatments	
		day(روز)	°C(دما)	day(روز)	°C(دما)	day(روز)	°C(دما)
T1	440	10	12	20	22	70	4
T2	440	10	12	40	13	50	4
T3	880	10	12	60	17.3	30	4
T4	880	10	12	80	14	10	4
T5	80	10	12	90	4	-	-
T6	شیوه مرسوم کشاورزان (خرید از مناطق سرد استان و انتقال آن به‌مناطق معتدل و انجام کشت بدون دریافت درجه روز رشد) Conventional farmers methods (Buying from the cold regions of the province, and its transfer to the temperate regions and planting without a growth degree day)						

رطوبت و دمای پایه استفاده‌شده به‌ترتیب ۸۵درصد و چهاردرجه سانتی‌گراد بود. حدود اطمینان برای دماهای موردنظر (۰/۵+-) درجه سانتی‌گراد بود

Humidity and the base temperature were 85% and 4 °C respectively. Levels of confidence for the desired temperature range was (+ - 0.5) °C

خاک منطقه موردمطالعه لومی-رسی و مقدار پتاسیم و فسفر خاک به‌ترتیب برابر ۳۲۰ و ۱۳/۴میلی‌گرم در هرکیلوگرم خاک بود. متوسط بارندگی و درجه‌حرارت سالیانه آن به‌ترتیب ۱۱۰میلی‌متر و ۲۵درجه سانتی‌گراد است. ارتفاع محل از سطح‌دریا ۱۵۴۵متر و توپوگرافی آن به‌صورت جلگه‌ای می‌باشد. در مرحله کشت مزرعه‌ای غده‌های حاصل از شش‌تیمار دمایی مربوط به دو رقم، بلافاصله پس از خارج‌شدن از انبار در یک آزمایش فاکتوریل و طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهارتکرار، موردارزیابی قرارگرفت. T5 تیماری‌است که در آن پس از ترمیم آسیب‌دیدگی غده‌ها در دمای ۱۲درجه سانتی‌گراد در کل دوره انبارداری دما چهاردرجه سانتی‌گراد درنظر گرفته می‌شود. تیماری‌است که به‌طور معمول در انبارهای سیب‌زمینی مورداستفاده قرار می‌گیرد. هیچ‌گونه تیمار نوری در طی‌مدت انبارداری انجام‌نشد، و محیط بدون نور برای نگه‌داری فراهم‌گردید. در طی شرایط انبارداری رطوبت در حد ۸۵درصد حفظ‌شده و تهویه لازم در زمان‌های مناسب انجام‌شد. هر کرت شامل چهارردیف سیب‌زمینی با فاصله ۷۵سانتی‌متر و به‌طول چهارمتر بود (مساحت ۱۲مترمربع). تاریخ کشت ۲۹بهمن بود و غده‌ها پس از ضدعفونی در عمق ۱۵سانتی‌متری کشت‌گردید. در زمان برداشت، ۲متر از ردیف‌های وسط هر کرت جهت برآورد عملکرد استفاده‌شد. عملکرد قابل‌فروش و غیرقابل‌فروش (غده‌های با قطر کم‌تر از ۳۵میلی‌متر) (بر اساس ۲متر برداشت هر کرت)، تعداد ساقه‌های تولیدشده (بر اساس هشت‌بوته انتخابی از وسط هر کرت)، تاریخ سبزشدن (بر اساس ظهور ۵۰درصد گیاهان در هر کرت)، تعداد غده در هر بوته (بر اساس هشت‌بوته انتخابی در هنگام برداشت)، وزن غده‌ها (بر اساس میانگین وزنی هشت‌بوته انتخابی برای تعداد غده) و اندازه غده‌ها در این پژوهش اندازه‌گیری شد. در این پژوهش بر اساس ۲متر عملکرد برداشت‌شده از هر کرت، غده‌های با وزن ۶۰-۳۰گرم، غده‌های متوسط و غده‌های با وزن بیش از ۶۰گرم غده‌های درشت محسوب‌شدند. غده‌های با وزن کم‌تر از ۳۰گرم همان غده‌های غیرقابل‌فروش با قطر کم‌تر از ۳۵میلی‌متر بودند. جهت اندازه‌گیری شاخص‌برداشت، یکم‌تر از مساحت هر کرت که دربرگیرنده غده‌ها (به‌صورت برش داده‌شده) و اندام‌های هوایی بود، برداشت و سپس به‌مدت ۴۸ساعت در آون با دمای ۷۵درجه سانتی‌گراد قرارگرفت. برای محاسبه شاخص‌برداشت از فرمول ۲ استفاده‌شد:

۱۰۰×(وزن خشک کل گیاه/وزن خشک غده‌ها) = شاخص‌برداشت

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با روش LSD (پنج‌درصد) انجام‌شد (SAS Institute, 2010).

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده دو رقم استفاده‌شده در این پژوهش ازنظر صفات عملکرد غده (سطح احتمال پنج‌درصد)، عملکرد قابل‌فروش (سطح احتمال یک‌درصد)، عملکرد غیرقابل‌فروش (سطح احتمال پنج‌درصد) و وزن غده‌های درشت (سطح احتمال پنج‌درصد) تفاوت معنی‌دار داشتند، درحالی‌که تأثیر تیمارهای دمایی استفاده‌شده برای صفات عملکرد غده، عملکرد قابل‌فروش، عملکرد غیرقابل‌فروش، تعداد ساقه در هر بوته و تعداد غده در هر بوته (همگی در سطح احتمال پنج‌درصد) تفاوت معنی‌دار نشان‌دادند. تأثیر برهم‌کنش (رقم×تیمار دمایی) برای تمام صفات آزمایشی به‌جز وزن خشک اندام‌هوایی از نظر آماری معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای دمایی استفاده‌شده و ارقام در جدول ۲ نشان‌داده‌شده است. استفاده از تیمار حرارتی T3 و رقم مارفونا با عملکرد ۵۱۷۳۳ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

در پژوهش حاضر را داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین این تیمار و استفاده از همین‌رقم و تیمار دمایی T2 و هم‌چنین استفاده از رقم راموس و تیمارهای دمایی T3 و T4یافت نشد. باتوجه به‌مقدار عملکرد قابل‌فروش، برای رقم مارفونا تیمار دمایی T3 نسبت به‌سایر تیمارهای دمایی برتری داشته است، زیرا تیمار دمایی T2 علی‌رغم داشتن عملکرد کل مشابه، بخش بیش‌تری از این عملکرد را به عملکرد غیرقابل‌فروش اختصاص داده‌است. برای رقم راموس استفاده از هر یک از تیمارهای دمایی T3 و T4 از نظر عملکرد قابل‌فروش تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین هر یک از این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد قابل‌توصیه است. واکنش ارقام مختلف به افزایش سن‌فیزیولوژیک بذر یکسان نیست. به‌عنوان مثال، در پژوهشی که در آن دماهای انبار ۶-۵، ۲۵-۲۰ و ۳۵-۳۰درجه سانتی‌گراد ۴۵روز قبل از کاشت موردبررسی قرار داده‌شد، سرعت جوانه‌زنی اکثر ارقام در شرایط مزرعه در دماهای بالاتر انبارداری افزایش‌یافت، اما میزان تولید محصول در برخی ارقام به‌شدت تحت‌تأثیر دمای انبار قرارگرفت و در برخی‌دیگر از ارقام تحت‌تأثیر دمای انبار قرارنگرفت (Bodlaender and Marinus, 1987). برخی پژوهش‌گران معتقدند، ذخیره دمایی کم‌تر از ۲۵۰ (درجه روز رشد) توسط غده‌های بذری تأثیر چندانی در عملکرد ندارد (O Brien *et al*.,1983) و برخی مقدار دمای ذخیره‌شده لازم برای ایجاد اثرات مثبت را حداقل ۵۰۰ (درجه روز رشد) ذکر می‌کنند (Knowles and Botar, 1992).

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم و تیمارهای انبارداری دمایی بر عملکرد، عملکرد قابل‌فروش، عملکرد غیرقابل‌فروش و تعداد ساقه در هر بوته

Table 2- Comparison of the mean interaction of cultivars and temperature storage on total tuber yield, salable tuber yield, non salable tuber yield, harvest index and number stem per plant of potato

تیمارها Treatments	عملکرد کل غده (کیلوگرم در هکتار) Total tuber yield (kg ha^{-1})	عملکرد قابل‌فروش (کیلوگرم در هکتار) Salable tuber yield (kg ha^{-1})	عملکرد غیر قابل‌فروش (کیلوگرم در هکتار) Non salable tuber yield (kg ha^{-1})	شاخص‌برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد ساقه در بوته Number stem per plant
RT1	31867.0d	27333.0cd	1434.0c	63.5d	4.6c
RT2	40133.0b	36334.0b	3800.0b	68/6b	5.2b
RT3	48666.0a	44134.0a	4533.0a	75.4a	6.5a
RT4	47400.0a	44400.0a	5666.0a	76.1a	6.4a
RT5	34666.0c	30734.0c	3934.0b	65.2c	4.7c
RT6	40733.0b	35800.0b	4934.0a	69/3b	5.5b
MT1	37592.0b	29533.0c	8058.0a	70.2b	5.5b
MT2	47466.0a	40267.0b	7200.0a	78.3a	6.4a
MT3	51733.0a	47934.0a	3800.0c	79.6a	6.7a
MT4	39400.0b	33733.0c	5666.0b	70.9b	5.3b
MT5	32600.0c	27734.0d	4867.0b	64.0c	4.8c
MT6	41533.0b	34533.0c	7000.0a	71.2b	5.6b

حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (LSD ۵٪). T6.... T1 تیمارهای دمایی تعریف‌شده در جدول ۱ و R، M به‌ترتیب بیانگر رقم‌های راموس و مارفونا می‌باشد.

The same letters in each column are not statistically significantly different (LSD 5%). T1…T6 are temperature treatments given in Table 1 and R, M are Ramos and Marfona potato cultivars respectively.

تغییرات شاخص‌برداشت مشابه با تغییرات عملکرد غده بود (جدول ۲). شاخص‌برداشت در تیمارهای دمایی مختلف در رقم راموس از ۶۳/۵ تا ۷۶/۱ و در رقم مارفونا از ۶۴ تا ۷۹/۶درصد در نوسان بود. به‌نظر می‌رسد غده‌هایی با سن‌فیزیولوژیک بیش‌تر کارایی بیش‌تری برای اختصاص مواد فتوسنتزی به محصول‌اقتصادی داشته‌باشند. در یک پژوهش، غده‌هایی با سن‌فیزیولوژیک بیش‌تر (۷۳۹درجه روز رشد) شاخص‌برداشت بیش‌تری نسبت به غده‌های جوان‌تر (۶۶درجه روز رشد) داشتند (Knowles and Botar, 1992). تأثیر تیمارهای مختلف دمایی و برهم‌کنش تیمارهای دمایی و رقم بر وزن خشک اندام‌های هوایی از نظر آماری معنی‌دار نبود. بنابراین افزایش عملکرد غده‌ها دلیل اصلی افزایش شاخص‌برداشت بوده‌است. کشت غده‌هایی با سن‌فیزیولوژک بالاتر موجب تسریع رشد اندام‌های هوایی می‌شود (مراجعه به‌قسمت تأثیر تیمارهای مختلف دمایی بر فاصله زمانی کاشت تا سبزشدن) و غده‌دهی با دماهای مناسب‌تر (خنک‌تر) مواجه‌می‌شود. در محدوده دمایی ۱۲ تا ۲۸درجه سانتی‌گراد با افزایش دما، کاهش شاخص‌برداشت سیب‌زمینی گزارش شده‌است (Wheeler *et al*., 1986). اثرات منفی دماهای بالا بر شاخص‌برداشت به‌دلیل کاهش عملکرد غده در برخی از پژوهش‌های دیگر نیز مورد تأکید

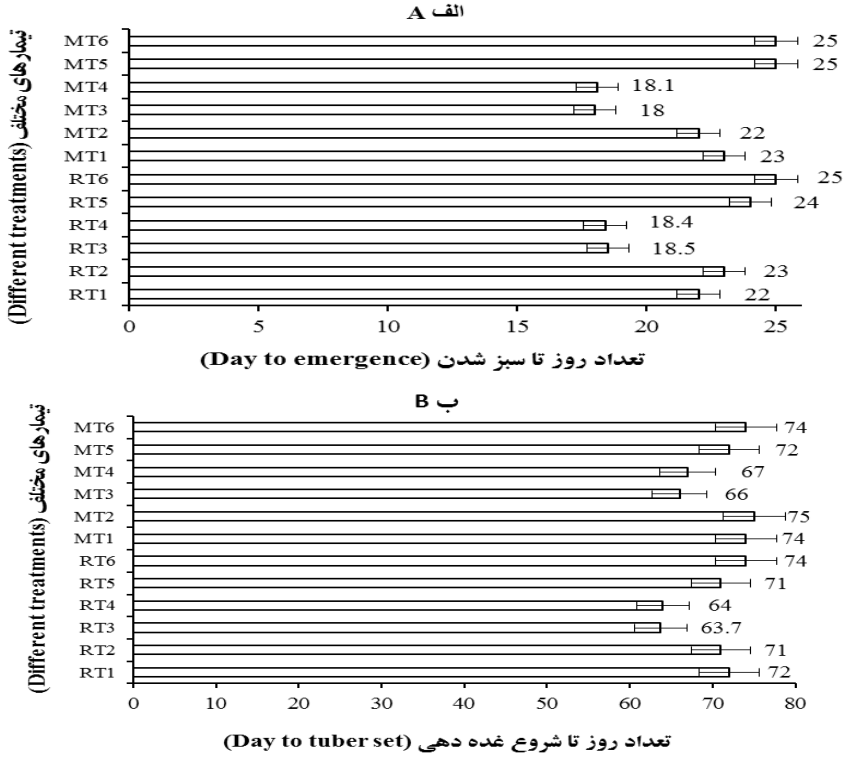
www.SID.ir

Archive of SID

قرارگرفته است (Wolf *et al.*, 1990).

باتوجه به‌این‌که تیمارهای دمایی برتر در هر دو رقم مارفونا و راموس به‌طور معنی‌دار تعداد ساقه بیش‌تری در هر بوته داشتند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد تیمارهای دمایی با تسریع فرایند رشدونموی گیاه و ایجاد ساقه‌های هوایی بیش‌تر زمینه لازم برای تولید استولون‌های بارور را فراهم می‌سازد (Struik and Wiersema, 1999). شرایط فیزیولوژیکی غده بذری به‌ویژه در زمان انبارداری آن بر روند سن‌فیزیولوژیک مؤثر است. تئوری پذیرفته‌شده در این‌راستا بر این‌اساس استوار است که تغییر سن‌فیزیولوژیکی غده بذری می‌تواند تعادل هرمونی را در جهتی سوق دهد که با تأثیر بر فرایند هورمون‌سازی شدت غالبیت‌انتهایی کاهش یابد (Wareing *et al.*, 1980). به‌همین‌دلیل بالاترین استقرار گیاهی در مزرعه زمانی حاصل‌می‌شود که از غده‌هایی با سن‌فیزیولوژیک مطلوب استفاده شده‌باشد (O Brien *et al.*, 1983).

اثبات این‌که تیمارهای دمایی مطلوب می‌توانند موجب تسریع رشدونمو اولیه گیاه شود. با بررسی فاصله‌زمانی مراحل رشد و روند تغییرات شاخص سطح‌برگ امکان‌پذیر است (Knowles and Botar, 1992). نتایج شکل ۱ (الف و ب) بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای T3و T4 (۸۸۰ درجه روز رشد) و بر فاصله‌زمانی تعداد روز از کاشت تا سبزشدن برای هر دو رقم راموس و مارفونا بود. اما تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار ذخیره‌سازی وجود نداشت. سبزشدن محصول در این دو تیمار به‌طور متوسط شش تا هفت‌روز زودتر از تیمار شاهد (T6) انجام شد. تیمارهای T1 و T2 (۴۴۰درجه روز رشد) نیز تأثیر مشابه (اما با شدت کمتر) نسبت به تیمار شاهد داشتند. سبزشدن این دو تیمار به‌طور متوسط سه تا چهارروز زودتر از تیمار شاهد (T6) انجام‌شد. به‌نظر می‌رسد تیمارهای دمایی مناسب جهت ذخیره‌سازی بذر سیب‌زمینی اثراتی مشابه با تیمارهای پرایمینگ بااستفاده از موادشیمیایی داشته و شرایط جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه را با تسریع فرایندهای سوخت‌وسازی سلول‌های گیاهی بهبود بخشد (Jalali and Salehi, 2013) . برتری زمانی ایجادشده برای تیمارهای دمایی ذخیره‌سازی غده، تا مرحله غده‌دهی نیز حفظ شد.



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف دمایی بر فاصله زمانی کاشت تا سبزشدن (الف) و کاشت تا شروع غده‌دهی (ب)
T6…. T1تیمارهای دمایی تعریف‌شده در جدول ۱ و R، M به‌ترتیب بیانگر رقم‌های راموس و مارفونا می‌باشند

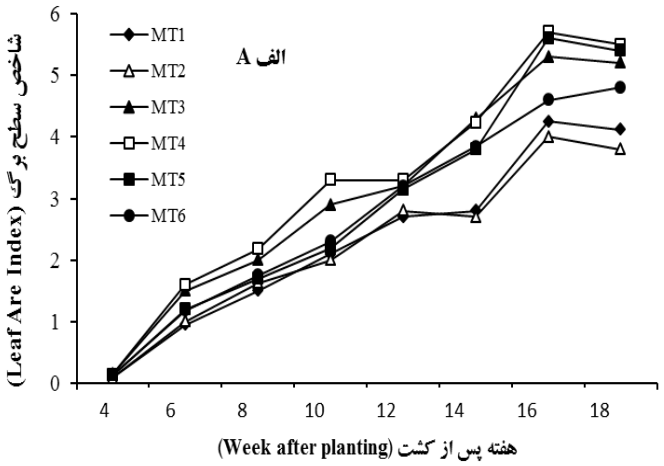
Figure1- The effect of different temperature on the time interval planting to emergence (A) and planting to tuber set (B).T1…T6 are temperature treatments given in Table 1 and R, M are Ramos and Marfona potato cultivars respectively

همان‌گونه که در شکل ۲ (الف و ب) مشاهده می‌شود، تا هفته دوازدهم پس از کشت تیمارهای دمایی T3 و T2 برای رقم مارفونا و

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهـای دمـایی T3 و T4 بـرای رقـم رامـوس از نظـر شـاخص سطح‌برگ نسبت به‌سایر تیمارهای دمایی برتـری داشـتند. دمـاهـای بالاتر در هفته‌دوازدهم (و هفتـه پـس از آن بـرای سـایر تیمارهـا) و هم‌زمانی آن با رشد سریع غده‌ها موجب کاهش روند صعودی شاخص سطح‌برگ شد. نتایج مشابهی مبنی بر عدم تفاوت شاخص سطح‌برگ، برای غده‌هایی که سن‌فیزیولوژیک بـالاتری داشـتند (۷۰روز پـس از کشت) بـه‌دلیـل تسـریع در آغـاز رشـد غـده‌هـا گـزارش شـده‌اسـت (Knowles and Botar, 1992). ایـن درحـالی بـود کـه در این‌پژوهش، ۳۴روز پس از کشت شاخص سـطح‌بـرگ تیمـار دمـایی ۱۱۶۶درجه روز رشـد نسـبت بـه تیمـار دمـایی ۶۶درجـه روز رشـد، ۱۴۷درصد بـیش‌تـر بـود. بـرازش معـادلات منحنـی‌هـای شـاخص سطح‌برگ برای تیمارهـای دمـایی مختلـف در شـکل ۲ (الـف و ب) نمایش داده‌شده و بیانگر معادلات درجه دومی است که، معمولاً پس از یک سیر صعودی در آغاز رشد، و رسیدن به‌یک حداکثر، مجدداً سیر نزولی آغاز خواهدکرد. از این معـادلات مـی‌تـوان بـرای پـیش‌بینـی شاخص سطح‌برگ در فواصل زمانی مختلف پس از کشت استفاده‌کرد.



MT1 $y = -0.0129x^2 + 0.7007x - 0.5104$, $R^2 = 0.9688$

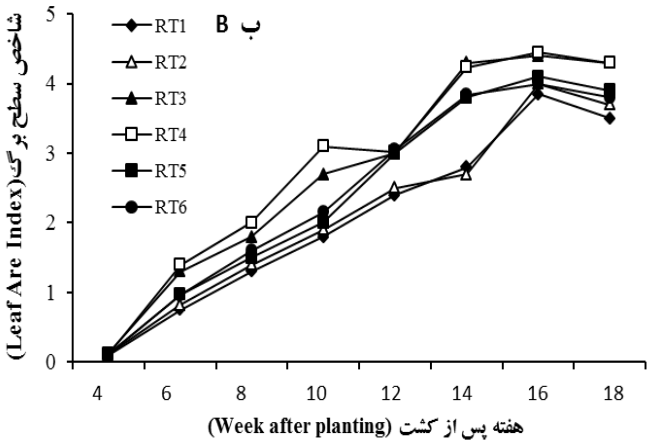
MT2 $y = -0.0283x^2 + 0.7905x - 0.5821$, $R^2 = 0.9631$

MT3 $y = -0.0307x^2 + 1.0086x - 0.6884$, $R^2 = 0.9786$

MT4 $y = -0.0748x^2 + 1.2828x - 1.0384$, $R^2 = 0.9736$

MT5 $y = 0.0135x^2 + 0.6663x - 0.4439$, $R^2 = 0.9689$

MT6 $y = -0.0237x^2 + 0.8913x - 0.6818$, $R^2 = 0.993$



RT1 $y = -0.0208x^2 + 0.7161x - 0.6286$, $R^2 = 0.9723$

RT2 $y = -0.0163x^2 + 0.688x - 0.5375$, $R^2 = 0.9672$

RT3 $y = -0.0601x^2 + 1.1654x - 0.9716$, $R^2 = 0.9739$

RT4 $y = -0.0748x^2 + 1.2828x - 1.0384$, $R^2 = 0.9736$

RT5 $y = -0.0458x^2 + 1.0073x - 0.942$, $R^2 = 0.9726$

RT6 $y = -0.059x^2 + 1.1098x - 1.0482$, $R^2 = 0.977$

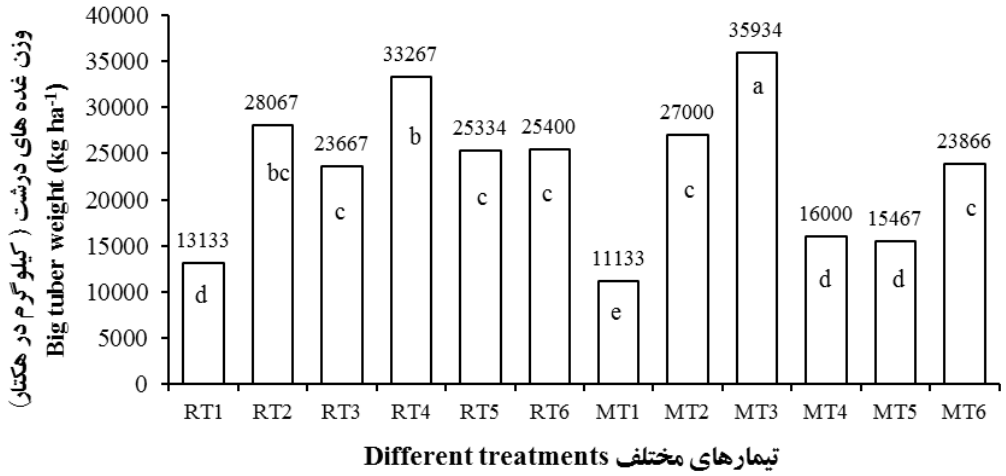
شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف دمایی بر شاخص سطح برگ رقم مارفونا (الف) و رقم راموس (ب)
T6.... T1تیمارهای دمایی تعریف شده در جدول ۱ و R، M به ترتیب بیانگر رقم‌های راموس و مارفونا می‌باشد

Figure 2- The effect of different temperature on leaf area index of Marfona (A) and Ramos (B) Potato cultivars.T1…T6 are temperature treatments given in Table 1 and R, M are Ramos and Marfona potato cultivars respectively

www.SID.ir

Archive of SID

برهم‌کنش استفاده از تیمارهای مختلف دمایی و رقم بر وزن غده‌های درشت (بیش از ۶۰گرم) تولیدی از نظر آماری در سطح یک‌درصد آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای دمایی و رقم بر تولید غده‌های درشت در شکل ۳ نشان‌داده شده‌است. استفاده از رقم مارفونا و تیمار دمایی T3 با تولید ۳۵۹۳۴کیلوگرم در هکتار غده‌های درشت نسبت به‌سایر تیمارها برتری معنی‌داری داشت (شکل ۳). به‌عبارت ساده در این تیمار بیش از ۶۹درصد از کل عملکرد غده‌ها به غده‌های درشت اختصاص‌یافته است. درحالی‌که تیمار دمایی مشابه و استفاده از رقم راموس با تولید ۲۳۶۶۷کیلوگرم غده درشت فقط ۴۸/۶درصد از عملکرد کل خود را به غده‌های درشت اختصاص‌داد. آنچه به‌طورکلی می‌توان گفت، آن است‌که تولید غده‌های درشت در اکثر تیمارهای دمایی برای هر



شکل ۳- تأثیر برهم‌کنش تیمارهای مختلف دمایی و رقم بر تولید غده‌های درشت (وزن بیش از ٦٠ گرم)

حروف مشترک در ستون‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (LSD ۵٪). T6.... T1تیمارهای دمایی تعریف‌شده در جدول ۱ و R، M به‌ترتیب بیانگر رقم‌های راموس و مارفونا می‌باشد

Figure 3- Interactions effects of cultivars and temperature storage on big tuber weight (Weighs more than 60 gr)
The same letters in columns are not statistically significantly different (LSD 5%). T1…T6 are temperature treatments given in Table 1 and R, M are Ramos and Marfona potato cultivars respectively

دو رقم به‌طور معنی‌دار بیش از تیمار مرسوم (T6) بود. در برخی دیگر از پژوهش‌ها نیز به‌این نکته اشاره شده‌است که استفاده از تیمارهای دمایی به‌ویژه تیمارهای دمایی بیش از ۵۰۰درجه روز رشد، با تولید غده‌های درشت بیش‌تری نسبت به تیمارهای شاهد همراه خواهدبود (Struik and Wiersema, 1999).

مقایسه میانگین تأثیر برهم‌کنش تیمارهای دمایی و رقم بر تولید غده‌های متوسط (۶۰-۳۰گرم) بیانگر برتری تیمار دمایی T3 و استفاده از رقم راموس بود (شکل ۴). این رقم با تولید ۲۰۴۶۷کیلوگرم غده متوسط، ۴۲درصد از کل عملکرد غده را به غده‌های متوسط اختصاص‌داد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار دمایی T1 و استفاده از رقم مارفونا نداشت. بر خلاف آنچه در رابطه با تولید غده‌های درشت عنوان‌شد، استفاده از رقم مارفونا و تیمار دمایی T3 از نظر تولید غده‌های متوسط (تولید ۱۵۰۰۳کیلوگرم غده متوسط) در رتبه دوم قرارگرفت. باتوجه به‌نتایج به‌دست‌آمده، واکنش ارقام مختلف به تیمارهای دمایی از نظر تولید غده‌هایی با اندازه‌های مختلف متفاوت‌بوده و بر این‌اساس می‌توان با اعمال مدیریت تیمارهای دمایی به غده‌هایی با اندازه‌های مختلف دست‌یافت. تولید غده‌های یکنواخت و بازارپسند در زراعت سیب‌زمینی از اهمیت بالایی برخوردار‌بوده و تغییر سن‌فیزیولوژیک غده بذری می‌تواند در این‌زمینه موردتوجه قرارگیرد (Knowles and Botar, 1992).

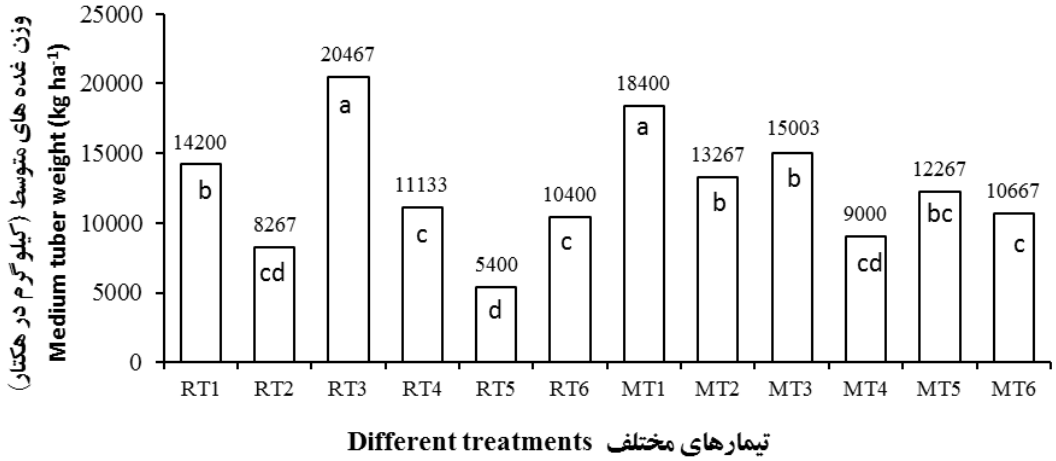
نتیجه‌گیری

باتوجه به‌این‌که در نواحی معتدل کشور با کشت بهاره سیب‌زمینی، محدودیت طول دوره رشد و دماهای بالا در طول فصل‌رشد از دلایل عمده اُفت عملکرد سیب‌زمینی محسوب می‌شود، نتایج پژوهش حاضر نشان‌داد، استفاده از تکنیک افزایش سن‌فیزیولوژیک غده‌های بذری می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد جهت افزایش عملکرد و تولید غده‌هایی با اندازه مناسب مطرح باشد. اگرچه بااستفاده از این‌تکنیک طول کل دوره رشد ثابت است؛ اما به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

تسریع فرایندهای نموی، مراحل مختلف رشد با شرایط مناسب‌تری هم‌زمان می‌گردد. از آنجاکه تأثیر افزایش سن‌فیزیولوژیک بر حسب رقم استفاده‌شده متفاوت است، انجام پژوهش‌های مشابه بااستفاده از رقم‌های رایج قابل‌توصیه است.



شکل ٤- تأثیر برهم‌کنش تیمارهای مختلف دمایی و رقم بر تولید غده‌های متوسط (٦٠-٣٠ گرم)

حروف مشترک در ستون‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند (LSD ۵٪). T1…. T6تیمارهای دمایی تعریف شده در جدول ۱ و R، M به ترتیب بیانگر رقم‌های راموس و مارفونا می‌باشد

Figure 4- Interactions effects of cultivars and temperature storage on medium tuber weight (30-60 gr)

The same letters in columns are not statistically significantly different (LSD 5%). T1…T6 are temperature treatments given in Table 1 and R, M are Ramos and Marfona potato cultivars respectively

سپاس‌گزاری

نگارنده مقاله از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و مدیریت زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان برای حمایت‌های مالی که از اجرای این تحقیق نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

References

1- Alfi, K., Dashti, G., and Shahrooz, K. 2012. Analyzing the relationship between inputs and economical production of potato in Ardabil. Agricultural knowledge and sustainable production 1:213-223. (In Persian).
2- Bodlaender, K. B. A., and Marinus, J. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars 3. Effect on plant growth under controlled conditions. Potato Research 30:423-440.
3- Caldiz, D.O., Fernandez, L.V., and Struik, P.C. 2001. Physiological age index: a new, simple and reliable index to assess the physiological age of seed potato tubers based on haulm killing date and length of the incubation period. Field Crops Research 69:60-79.
4- Coleman, P. 2006. Increasing stem and tuber numbers using accumulator technology. http://www.Vaxteko. Nu. (Visited 5 September 2013).
5- Firman, D.M., O'Brien, P.J., and Allen, E. J. 1991. Leaf and flower initiation in potato (*Solanum tuberosum*) sprouts and stems in relation to number of nodes and tuber initiation. Journal of Agricultural Science 117: 61-74.
6- Gregory, L.E. 1985. Physiology of tuberization in potato plant. Plant Physiology 15:1328-1354.
7- Jalali, A.H., and Salehi, F. 2013. Sugar beet yield as affected by seed priming and weed control. Archives of Agronomy and Soil Science 59:281-288.
8- Jamimoeini, M. 2000. Effects of hormonal compounds, and planting beds on one node and seedling growth of potato meristem culture. Proceedings of the Second National Biotechnology Congress Karaj, Iran. 718-725. (In Persian)
9- Knowles, N.R., and Botar, G.I. 1992. Effect of the altering the physiological age of potato seed tubers in the fall of subsequent production in a short season environment. Canadian Journal of Plant Science 72-275- 287.
10- Knowles, N.R., and Knowles L.O. 2006. Manipulating stem number, tuber set and yield relationship for Northern and Southern growth potato seed lots. Crop Science 46:284-296.

www.SID.ir

Archive of SID

11- Milanitabrizi, M., and Hosseini, M. 1984. Effects of physiological age of seed tubers in relation to the size of seed potatoes on stem density. The final report of the research project, Seed and Plant Improvement Institute. Report No. 71474. 34pp. (In Persian).
12- Netherland potato consultative foundation. 2011. Potato council variety database home. http://www.aardappelpagina .nl/uk/about potatoes/variety catalogue/ras?frmvariety=93
13- Brien, P. J., Allen, E.J., Bean, J.N., Griffith, R.L., Jones, S.A., and Jones, J.L. 1983. Accumulated day-degrees as a measure of physiological age and the relationships with growth and yield in early potato varieties. Journal of Agricultural Science Cambridge 101:513-631.
14- SAS Institute, 2010. SAS user's guide. SAS Inst., Cary, NC.
15- Struik, P. C. and Wiersema, S. G. 1999. Seed potato technology. Wageningen Press, The Netherlands. Netherlands, p.383.
16- Struik, P.C., Van der Putten, P.E.L., Caldiz, D.O. and Scholte, K. 2006. Response of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day-degrees. Crop Science 46:1156-1168.
17- Van Ittersum, M.K. 1992. Variation in the duration of tuber dormancy within a seed potato lot. Potato Research 35:261-269.
18- Wareing, P.E., and Jenning, A.M. 1980. The hormonal control of tuberization in potato. The Beltsville Agricultural Research Center, Maryland. 181-195.
19- Wheeler, R.M., Steffen, K.L., and Tibbitts, T.W., and Palta, J.P. 1986. Utilization of potatoes for life support systems II. The effects of temperature under 24-H and 12-H photoperiods. American Potato Journal 63:639-647.
20- Wolf, S., Marani, A., and Rudich, J. 1990. Effects of temperature and photoperiod on assimilate partitioning in potato plants. Annals of Botany 66:515- 520.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 2, Summer. 2016, p. 392-402

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۴۰۲-۳۹۲

The Effect of Different Storage Temperatures on the Agronomic Characteristics and Yield of Two Varieties of Potatoes

A. H. Jalali[1*]

Received: 2014-11-16
Accepted: 2015-10-03

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* ssp.) is an autotetraploid (2n=4x=24) species and a key member of the Solanaceae family. Physiological age is usually be determined from potato tuber initiation and afterwards. Potato seed tubers physiological preparedness for growth is an important factor in determining the productive potential of the seed potatoes. Physiological age is considered as an internal biological clock that usually covers all aspects of the production while chronological age is determined only by the length of harvest and planting time (Gregory, 1985). In most cases, the current practice for storing potato tubers is to wound-heal seed-tubers at 10-15º C during the initial l0 days of storage (Curing) and then reduce and maintain the temperature at a holding level of 4 ° C until planting while the technique of physiological aging of seed tubers, was not only one tuber storage temperature (4°C) and then transferred to a higher temperature (similar natural germination conditions), but different thermal treatments during storage conditions is used in order to increase the physiological age. Some researchers argue that thermal storage is essential to obtain quantitative and qualitative performance which its value is higher than 250 GDD. The physiological age of seed tubers 900-600 GDD in some studies to increase performance by 90 percent and was associated uniformity producing tubers..In temperate regions with spring planting date, the short growing season and high summer temperature is considered as limiting factor for potato production. For this purpose the present study was carried out to evaluate the effect of different storage temperatures on the physiological age of seed and its effect on yield and earliness of two potato cultivars.

Materials and Methods

The Effects of six different thermal treatments storage in a three-month period, including two treatments of 440 degree- day (T1 and T2), two treatments of 880 degree-day (T3 and T4), one treatment of 80 degree-day (T5), and control treatment (T6) on agronomic characteristics and yield of Marfona and Ramus cultivars was investigated by using a factorial experiment based on randomized complete block design with four replications at Kabootar Abad Agriculture Research Center of Isfahan. Period of 10 days and 12 ° C were found in all treatments. For example, in the treatment of T3, the tissue repair process that is carried out for 10 days at 12 ° C to 80 GDD is received by the tubers (8 × 10, 8 for the reason that, 4 ° C is base temperature and should be minus of 12). Salable and non-salable yield, number of stems produced, emergence rate, the number of tubers per plant, tubers weight and the tubers size were measured in this study.

Results and Discussions

The results of this study showed that the effect of temperature treatment and the interaction of temperature treatment and cultivar on yield and yield components were considered statistically significant. Marfona cultivar and use of T3 treatment with 51733 kg ha^{-1} had the highest tuber yield. However, there was not significant difference between this treatment and use of T2 treatment, and also using of Ramus cultivar and T3 and T4 temperature storage. For both cultivars used in this study, T3 treatment produced maximum number of stems per plant. Harvest index was fluctuated at different temperature treatments from 63.5 to 76.1 percent in the Ramos cultivar, and from 64 to 79.6 percent in Marfona cultivar. In summary, management of storage temperature can increase potato crop yields, especially in areas with short growing seasons. It seems that effects of physiological age differ between cultivars and different varieties of potatoes have different abilities to produce tuber yields in response to different heat treatments. Increasing of total tuber yield, especially as affected by thermal temperature storage application higher than 500 GDD was reported in some studies such as Knowles and Botar (1992) in which plants from 341GDD seed tubers produced 70% of their total yield as marketable, while 64% of the total yield from 900 GDD seed tubers was graded as marketable. The harvest index is a change in potatoes varieties from 9% in the wild up to 81 percent of in new cultivars, respectively. But harvest index is usually

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
(*- Corresponding Author Email: jalali51@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

considered to be 75% for new potato varieties.

Conclusions

The results of this study indicated that compared with younger tubers, the yield increased from older seed tubers but it must stress that the proper seed tuber age depends upon cultivar. With using of "controlled seed-tuber aging" techniques, process of plant development was accelerating and thus tuber set and tuber enlargement faced with optimum environmental conditions. This technique can be used in the following cases: when sowing date delayed and need to quickly grow, when a farmer or a company producing seed tuber for short growing season.

Keywords: Growth Degree day (GDD), Leaf Area Index (LAI), Physiological Age

www.SID.ir